

(19)日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11)特許出願公開番号
特開2000-283302
(P2000-283302A)

(43)公開日 平成12年10月13日(2000. 10. 13)

(51)Int.Cl. ⁷	識別記号	F I	テームコード(参考)
F 1 6 K 3/06		F 1 6 K 3/06	A 3 H 0 5 3
11/06		11/06	B 3 H 0 6 7

審査請求 未請求 請求項の数2 O L (全 7 頁)

(21)出願番号 特願平11-88910

(22)出願日 平成11年3月30日(1999. 3. 30)

(71)出願人 000006633

京セラ株式会社

京都府京都市伏見区竹田島羽殿町6番地

(72)発明者 池田 泰志

滋賀県蒲生郡蒲生町川合10番地の1 京セラ株式会社滋賀工場内

Fターム(参考) 3H053 AA02 AA33 AA35 BA02 BA38
DA02

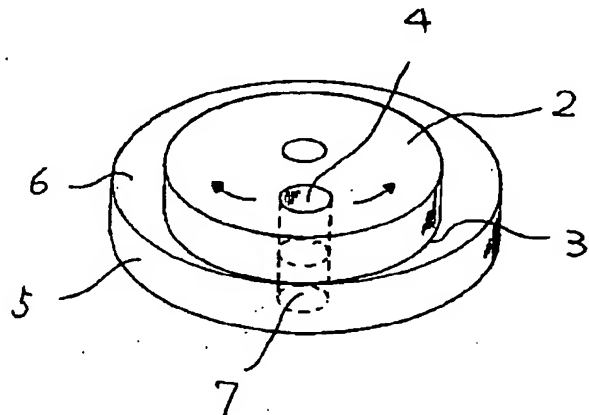
3H067 AA13 CC02 CC45 CC60 DD03
DD12 DD24 EA29 FF04 GG13

(54)【発明の名称】 ディスクバルブ

(57)【要約】

【課題】シール性と摺動性を極めて長期間にわたって維持することができ、異音の発生の少ないディスクバルブを提供する。

【解決手段】互いに摺動する弁体の一方の摺接面を、中心線平均粗さ(Ra)が0.2μm以下、平坦度1μm以下で、且つカッティング深さが0.5μmの時の負荷長さ率(tp)を90%以上とし、他方の摺接面を、中心線平均粗さ(Ra)が0.15~0.4μm、平坦度1μm以下で、且つカッティング深さが0.5μmの時の負荷長さ率(tp)を60~85%としてディスクバルブを構成する。



【特許請求の範囲】

【請求項1】 中心線平均粗さ（ R_a ）が $0.2\mu\text{m}$ 以下、平面度 $1\mu\text{m}$ 以下で、且つカッティング深さを $0.5\mu\text{m}$ とした場合の負荷長さ率（ t_p ）が90%以上である摺接面を備えた弁体と、中心線平均粗さ（ R_a ）が $0.15\sim 0.4\mu\text{m}$ 、平面度 $1\mu\text{m}$ 以下で、且つカッティング深さを $0.5\mu\text{m}$ とした場合の負荷長さ率（ t_p ）が60～85%である摺接面を備えた弁体とを組み合わせたことを特徴とするディスクバルブ。

【請求項2】 少なくとも一方の弁体の摺接面が合成疑似ダイヤモンド膜であることを特徴とする請求項1に記載のディスクバルブ。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】 本発明は、弁体の摺接面同士を摺動させるようにしたディスクバルブに関するものであり、特に水栓あるいは湯水混合栓に用いられる可動弁体と固定弁体とからなるフォーセットバルブに好適なものである。

【0002】

【従来の技術】 従来、水栓あるいは湯水混合栓に用いられるフォーセットバルブは、2枚の円板状をした弁体同士を互いに摺接させた状態で相対移動させることによって、各弁体に設けられた流体通路の開閉を行うようになっている。

【0003】 例えば、図4（A）に示すように、固体弁体15と可動弁体12を互いの摺接面13、16で当接させ、図4（B）に示すように、レバー10の操作で可動弁体12を摺動させることによって、互いの弁体12、15に形成された流体通路14、17の開閉を行

い、流体の流量を制御するようになっていた。

【0004】 この種のディスクバルブ11は、互いが絶えず摺り合わされることから耐摩耗性に優れた材質が求められており、上記可動弁体12及び固定弁体15を形成する材質としてステンレス等の金属やセラミックスが使用されていた。

【0005】 また、摺動性とシール性は相反するものであり、例えばシール性を高めようとすると摺接面を極めて平滑にしなければならないが、逆に摺動性が悪くなるといった問題があり、この典型的な例がリンク（凝着）と呼ばれるもので、これは極めて平滑な摺接面を持った一対の弁体同士を摺り合わせたときに発生する引っかかりや張り付いて動かなくなる現象のことを言う。

【0006】 そして、弁体をステンレスやセラミックスにより形成したものでは、優れたシール性が得られる反面、摺動性に劣るため、摺動性とシール性を両立させるため、例えば可動弁体12の摺接面13を中心線平均粗さ（ R_a ）で $0.2\mu\text{m}$ とし、固定弁体5の摺接面6を中心線平均粗さ（ R_a ）で $0.3\sim 0.6\mu\text{m}$ と両者の面粗さを若干異ならせるとともに、潤滑性の改善を図

り、軽快な操作性を得るために、摺接面13、16間にシリコン系のグリスを塗布した状態で使うことが一般に採用されている。

【0007】 また、グリス量を少なくして潤滑性を高めるため、弁体に自己潤滑性を有する合成疑似ダイヤモンド膜を被覆してその膜表面を摺接面としたディスクバルブも提案されている（特開平1-261570号公報、特開平3-223190号公報参照）。

【0008】

【発明が解決しようとする課題】 ところが、互いの摺接面13、16における面状態を中心線平均粗さ（ R_a ）等の面粗さで管理しただけでは、数千回程度の弁体操作で摺接面13、16間からグリスが流出して操作力が上昇し、やがては弁体12、15同士が凝着したり、流体の漏れが発生するといった課題があった。

【0009】 即ち、弁体12、15の摺接面13、16を面粗さだけで管理したものでは、摺接面13、16を断面視したときに、粗さ曲線の山頂が凸形状をしている場合、中心線平均粗さ（ R_a ）では、その測定データが平均化されるため、摺接面13、16に存在する凸形状を認識することが難しく、この凸形状が摺接面13、16に存在すると、キーキーという異音を発生させたり、摺接面13、16を傷付け、流体の漏れ、操作力の上昇等を引き起こすことがあった。

【0010】 特に、この問題は、弁体12、15に合成疑似ダイヤモンド膜を被覆したものに多く、弁体12、15の表面における粗さ曲線を見たとき、山頂が平らであってもスパッタリング、プラズマCVD、イオンプレーティング等の薄膜形成手段により合成疑似ダイヤモンド膜を被覆すると、膜表面に突起が形成されることがあり、この突起が原因で操作力の上昇、シール性の低下、さらには合成疑似ダイヤモンド膜の剥離等を発生させることがあった。

【0011】 また、摺接面13、16を断面視したときに、粗さ曲線の山頂が平らで、深いボイド等の凹部がある場合、中心線平均粗さ（ R_a ）では、凹部の幅が小さくても面粗さは粗くなり、実用上使用可能であっても、規格から外れたものとして判断してしまうことがあり、歩留まりを低下させるといった問題点もあった。

【0012】 一方、本件出願人は、グリスの流出をできるだけ防ぐため、少なくとも一方の弁体12、15の摺接面13、16に独立した開気孔を設けてグリス溜めとし、かつその実体摺動面積率（BEARING SURFACE AREA：以下、BSと言う）を40～90%とすることを先に提案している（特願平8-127121号公報参照）。

【0013】 しかしながら、BSは摺接面13、16に存在する凹部を除いた部分が占める割合を規定したものであって、突起や凸部の有無を判断することかできないため、前述した課題を解消することができなかった。

【0014】このように、未だ異音やリンキングを生じることなく滑らかな操作性が得られるディスクバルブ11を歩留り良く生産することができなかった。

【0015】

【課題を解決するための手段】そこで、本発明は上記課題に鑑み、中心線平均粗さ(Ra)が0.2μm以下、平面度1μm以下で、且つカッティング深さを0.5μmとした場合の負荷長さ率(tp)が90%以上である摺接面を備えた弁体と、中心線平均粗さ(Ra)が0.15~0.4μm、平面度1μm以下で、且つカッティング深さを0.5μmとした場合の負荷長さ率(tp)が60~85%である摺接面を備えた弁体とを組み合わせ

てディスクバルブを構成したものである。

【0016】また、本発明は、上記ディスクバルブを構成する少なくとも一方の弁体の摺接面を合成疑似ダイヤモンド膜により形成したことを特徴とするものである。

【0017】

【発明の実施の形態】以下、本発明の実施形態について説明する。

【0018】図1は本発明に係るディスクバルブの一例であるフォーセットバルブの弁体のみを示す斜視図であり、円板状をした固定弁体5と可動弁体2を互いの摺接面3、6で当接させ、可動弁体2を摺動させることによって互いの弁体2、5に備えた流体通路4、7の開閉を行い、流体の流量調整を行うようにしてある。

【0019】これらの弁体2、5を形成する材質としては、耐摩耗性に優れ変形し難い材質が要求されることから、ステンレス等の硬質金属、あるいはアルミナ、ジルコニア、炭化珪素、窒化珪素等を主成分とするセラミックスを用いることができる。アルミナセラミックスについては、アルミナ粉末を主成分とし、焼結助剤としてSiO₂、MgO、CaOの少なくとも1種を添加した原料粉末を所定形状に成形したあと、大気雰囲気下や酸素雰囲気下にて1600~1800℃の温度で焼成すれば良く、ジルコニアセラミックスについては、ジルコニア粉末を主成分とし、安定化剤としてY₂O₃、MgO、CaO、CeO₂、Dy₂O₃の少なくとも1種を添加した原料粉末を所定形状に成形したあと、大気雰囲気下や酸素雰囲気下にて1200~1400℃の温度で焼成すれば良く、炭化珪素質セラミックスについては、炭化珪素粉末を主成分とし、焼結助剤としてBとCを添加した原料粉末を所定形状に成形したあと、真空雰囲気下や不活性ガス雰囲気下にて1800~2000℃の温度で焼成すれば良く、さらに窒化アルミニウム質セラミックスについては、窒化アルミニウム粉末を主成分とし、焼結助剤としてY₂O

3やErなどの希土類酸化物を添加した原料粉末を所定形状に成形したあと、真空雰囲気下や不活性ガス雰囲気下にて1700~2000℃の温度で焼成すれば良い。

【0020】また、本発明によれば、可動弁体2の摺接面3を中心線平均粗さ(Ra)で0.2μm以下、平面度を1μm以下とするとともに、固定弁体5の摺接面6を中心線平均粗さ(Ra)で0.15~0.4μm、平面度を1μm以下とし、かつ摺接面6よりも摺接面3の面粗さの方が小さいことを特徴とする。

【0021】摺接面3の面粗さを中心線平均粗さ(Ra)で0.2μm以下としたのは、0.2μmを越えると、摺動時に固定弁体5の摺接面6を摩耗させてしまうからであり、好ましくは中心線平均粗さ(Ra)で0.1μm以下の滑らかな面とすることが良く、摺接面6の面粗さを中心線平均粗さ(Ra)で0.15~0.4μmとしたのは、0.15μmより小さいと、摺接面3、6間にグリスを介在させることが殆どできず、逆に0.4μmを越えると、シール性が損なわれ、リークを招く恐れがあるからである。

【0022】また、各摺接面3、6における平面度をそれぞれ1μm以下としたのは、いずれか一方の摺接面3、6における平面度が1μmを越えるとシール性が損なわれるからである。

【0023】さらに、本発明によれば、両弁体2、5の摺接面3、6における面粗さと平面度を前述した範囲とする以外に、摺接面3、6を断面視したときに見られる凹凸を、ある特定の深さにおける負荷長さ率(tp)で管理するようにしたことを大きな特徴とし、可動弁体2の摺接面3において、カッティング深さを0.5μmとした時の負荷長さ率(tp)を90%以上とし、ボイド等の凹部の少ない摺接面3とするとともに、固定弁体5の摺接面6において、カッティング深さを0.5μmとした時の負荷長さ率(tp)を60~85%と可動弁体2側より若干小さくしてある。

【0024】ここで、負荷長さ率(tp)とは、図2に示すように、基準長さL内で粗さ曲線を山頂線に平行な切断レベルで切断したときの切断長さの和と基準長さとの比を百分率で表したもので、数1により算出される値で、摺接面3、6を断面視したの深さ方向と水平方向の両方の情報を管理することができる。なお、カッティング深さとは、山頂線と平行な切断線から山頂線までの距離のことを言う。

【0025】

【数1】

$$tp = \frac{1}{L} \sum_{i=1}^n b_i \times 100\%$$

【0026】そして、摺接面3のカッティング深さを0.5μmとした場合の負荷長さ率(tp)が90%より小さいと、粗さ曲線の山頂が凸形状であるか、摺接面3にボイドなどの凹部が多く、固定弁体5の摺接面6を

傷付けたり、摺接面3の摩耗を促進させることになり、摺接面6のカッティング深さを $0.5\mu\text{m}$ とした場合の負荷長さ率(t_p)が60%未満では、摺接面6にボイドなどの凹部が多数存在し、リークの恐れがあり、摺接面6のカッティング深さを $0.5\mu\text{m}$ とした場合の負荷長さ率(t_p)が85%を越えると、可動弁体2との接触面積が多くなり、摺動抵抗が増大して操作トルクが高くなり過ぎるからである。

【0027】このように、互いに摺動する摺接面3、6の面粗さ、平面度、負荷長さ率を前述した範囲で設けることにより、シール性を損なうことなく、接触面積を低減して摺動抵抗を下げることができ、また、極端に大きな凹部を排し、細かな凹部を適度に備えた摺接面3、6とできるため、潤滑剤保持効果を高めることができ、もって、長期間にわたって安定した摺動性とシール性を実現することができる。なお、カッティング深さは任意にとることができるが、本件出願人が摺接面3、6の摩耗等を考慮して実験を繰り返したところ、カッティング深さを $0.5\mu\text{m}$ とすれば判断し易いことを見出したものである。

【0028】ところで、図1では、可動弁体2の摺接面3を中心線平均粗さ(R_a)で $0.2\mu\text{m}$ 以下、平坦度 $1\mu\text{m}$ 以下、カッティング深さを $0.5\mu\text{m}$ とした場合の負荷長さ率(t_p)を90%以上とし、かつ固定弁体5の摺接面6を中心線平均粗さ(R_a)で $0.15\sim 0.4\mu\text{m}$ 、平坦度 $1\mu\text{m}$ 以下、カッティング深さを $0.5\mu\text{m}$ とした場合の負荷長さ率(t_p)を60~85%とした例を示したが、可動弁体2と固定弁体5の摺接面3、6における面状態を置き換えても良いことは言うまでもない。

【0029】また、他の実施形態として、図3に示するようにディスクバルブを構成する少なくとも一方の弁体に合成疑似ダイヤモンド膜8を被覆することもでき、この図3では固定弁体5に合成疑似ダイヤモンド膜8を被覆し、その膜表面を摺接面9としてある。そして、このディスクバルブの場合、摺接面3又は摺接面9を、中心線平均粗さ(R_a)が $0.2\mu\text{m}$ 以下、平面度 $1\mu\text{m}$ 以

下、カッティング深さを $0.5\mu\text{m}$ とした時の負荷長さ率(t_p)が90%以上とし、摺接面9又は摺接面3を、中心線平均粗さ(R_a)が $0.15\sim 0.4\mu\text{m}$ 、平面度 $1\mu\text{m}$ 以下、カッティング深さを $0.5\mu\text{m}$ とした時の負荷長さ率(t_p)が60~85%とすることで、少ないグリス量でも長期間にわたって安定した摺動性とシール性を実現することができる。

【0030】

【実施例】(実施例1)弁体2、5がアルミナセラミックスからなる図1のフォーセットバルブ11を試作し、固定弁体5の摺接面6における表面状態を変化させて摺動実験を行った。

【0031】この実験に使用した弁体2、5は、外径30mm、厚み15mmの円板状体に、直径5mmの流体通路4を設けた可動弁体2と、外径40mm、厚み5mmの円板状体に、直径5mmの流体通路7を設けた固定弁体5とを組み合わせて構成した。

【0032】また、可動弁体2の摺接面3は、中心線平均粗さ(R_a) $0.1\mu\text{m}$ 、平面度 $1\mu\text{m}$ とし、カッティング深さが $0.5\mu\text{m}$ の時の負荷長さ率(t_p)が95%となるように仕上げるとともに、固定弁体5の摺接面6を、中心線平均粗さ(R_a) $0.25\mu\text{m}$ 、平坦度 $1\mu\text{m}$ とした状態でカッティング深さが $0.5\mu\text{m}$ の時の負荷長さ率(t_p)を表1のように変化させたものを用意した。

【0033】そして、これらの固定弁体5に可動弁体2をケーシングによって30kgfの軸力で押さえつけながら、流体通路4、7に80℃の温水を $1\text{kg}/\text{cm}^2$ の圧力で注入し、可動弁体2を操作レバー10により摺動させて行った。なお、固定弁体5の摺接面6には予めシリコングリスを塗布しておいた。

【0034】評価は操作レバー10を操作して可動弁体2を10万回摺動させた後の摺動荷重が 0.8kgf を超えていないものを操作性良好として判断した。

【0035】それぞれの結果は表1に示す。

【0036】

【表1】

No.	固定弁体の負荷長さ率(t p) (%) (カッティング深さ0.5 μm)	リーク有無	10万回摺動時の 摺動荷重(kgf)
* 1	40	有	0.66
* 2	45	有	0.63
* 3	50	有	0.68
* 4	55	有	0.70
5	60	無	0.68
6	65	無	0.72
7	70	無	0.64
8	75	無	0.74
9	80	無	0.71
10	85	無	0.73
11	90	無	0.76
* 12	95	無	0.80
* 13	98	無	0.88

*は本発明範囲外である。

20

【0037】この結果、表1より判るように、固定弁体5の摺接面6における負荷長さ率(t p)が55%以下では、摺接面3、6間からリークが見られ、負荷長さ率(t p)が95%を超えると、操作性が悪化し実用的ではなかった。

【0038】これに対し、本発明に係る試料No. 5～11のように、固定弁体5の摺接面6におけるカッティング深さ0.5 μmの時の負荷長さ率(t p)を60～85%とすれば、10万回の摺動においてもリークがなく操作性も良好な結果が得られた。

【0039】そこで、さらに固定弁体5に合成疑似ダイヤモンド膜8を被覆した摺接面9を表1に示す試料No. 9の面状態に仕上げて摺動実験を行ったところ、50万回を超えても軽快な操作力を維持することができ

た。しかも、摺動時にキーキーという不快な異音を発生させることもなかった。

【0040】(実施例2)次に、固定弁体5の摺接面2は、中心線平均粗さ(Ra)0.25 μm、平面度1 μmとし、カッティング深さが0.5 μmの時の負荷長さ率(t p)が70%となるように仕上げるとともに、可動弁体2の摺接面3を、中心線平均粗さ(Ra)0.1 μm、平坦度1 μmとした状態でカッティング深さが0.5 μmの時の負荷長さ率(t p)を表2のように変化させたディスクバルブ11を用意し、実施例1と同様の条件にて50万回摺動させる実験を行った。

【0041】結果は表2に示す通りである。

【0042】

【表2】

No.	可動弁体の負荷長さ率(t p) (%) (カッティング深さ0.5 μm)	リーク有無	50万回摺動後の (摺動荷重(kgf))
*14	70	有	0.68
*15	75	有	0.70
*16	80	有	0.73
*17	85	有	0.75
18	90	無	0.73
19	95	無	0.78
20	98	無	0.76

*は本発明範囲外である。

【0043】この結果、表2より判るように、可動弁体2の摺接面3における負荷長さ率(t p)が85%以下

では、摺接面3、6間からリークが見られた。

【0044】これに対し、本発明に係る試料No. 18

～20のように、可動弁体2の摺接面3におけるカッティング深さ $0.5\mu\text{m}$ の時の負荷長さ率(t_p)を90%とすれば、50万回もの摺動においてもリークがなく操作性も良好な結果が得られた。

【0045】そこで、さらに固定弁体5に合成疑似ダイヤモンド膜8を被覆した摺接面9を表1に示す試料No. 9の面状態に仕上げて摺動実験を行ったところ、50万回を超えても軽快な操作力を維持することができた。しかも、摺動時にキーキーという不快な異音を発生させることもなかった。

【0046】

【発明の効果】以上のように、本発明によれば、中心線平均粗さ(R_a)が $0.2\mu\text{m}$ 以下、平面度 $1\mu\text{m}$ 以下で、且つカッティング深さを $0.5\mu\text{m}$ とした時の負荷長さ率(t_p)が90%以上である摺接面を備えた弁体と、中心線平均粗さ(R_a)が $0.15\sim 0.4\mu\text{m}$ 、平面度 $1\mu\text{m}$ 以下で、且つカッティング深さを $0.5\mu\text{m}$ とした時の負荷長さ率(t_p)が60～85%である摺接面を備えた弁体とを組み合わせることでディスクバルブを構成したことにより、シール性と摺動性を極めて長期間にわたって維持することができ、リンキングを生じることなく滑らかな弁体操作を得ることができる。

【0047】また、本発明は、ディスクバルブを構成する少なくとも一方の弁体の摺接面を合成疑似ダイヤモンド

ド膜により形成するとともに、その面状態を上記範囲とすることにより、合成疑似ダイヤモンド膜の持つ自己潤滑性との効果により少ないグリス量で、シール性と摺動性の両特性を極めて長期間にわたって維持することができ、リンキングを生じることなく滑らかな弁体操作を実現することができる。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明に係るディスクバルブの一例であるフォーセットバルブの弁体のみを示す斜視図である。

10 【図2】負荷長さ率についての説明図である。

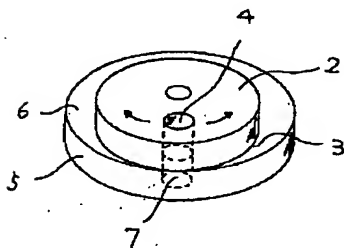
【図3】図1におけるディスクバルブの固定弁体に合成疑似ダイヤモンド膜を被覆した他の例を示す斜視図である。

【図4】一般的なフォーセットバルブの作動状態を示す斜視図で、(A)は流体通路を遮断した時の図、(B)は流体通路を連通させた時の図である。

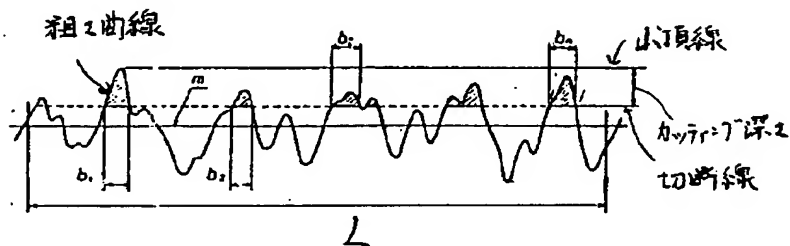
【符号の説明】

11：フォーセットバルブ 2, 12：可動弁体 3, 13：可動弁体の摺接面
4, 14：可動弁体の流体通路 5, 15：固定弁体
6, 16：固定弁体の摺接面 7, 17：固定弁体の流体通路
8：合成疑似ダイヤモンド膜 10：操作レバー

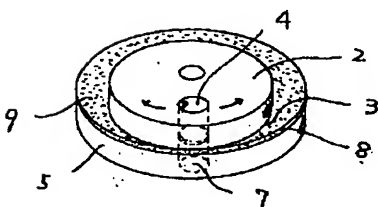
【図1】



【図2】



【図3】



【図4】

